

IAF20 Rec'd PCT/PTO 01 FEB 2006

## **Elektrodensystem mit neuartiger Verbindung, zugehörige Lampe mit dieser Folie und Verfahren zur Herstellung der Verbindung**

### **Technisches Gebiet**

Die Erfindung betrifft ein Elektrodensystem mit neuartiger Verbindung, zugehörige Lampe mit dieser Folie und Verfahren zur Herstellung der Verbindung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Es handelt sich dabei insbesondere um Molybdänfolien, die Anwendung finden bei Quetschungen, wie sie für die Abdichtung von Glühlampen und Entladungslampen üblich sind.

5

### **Stand der Technik**

Aus der US-A 5 021 711 ist bereits ein Elektrodensystem bekannt. Um gegen Oxidation besser geschützt zu sein, ist die Folie mit einer Schutzschicht von Al, Cr, Si, Ti oder Ta versehen. Die Dicke beträgt 5 bis 100 nm.

Aus der DE-A 199 61 551 ist die Verwendung Ru-haltiger Folien im Lampenbau bekannt. Dabei wird eine gleichmäßige Beschichtung zumindest einer Folienseite empfohlen. Als Verbindungstechnik wird dort ein Hartlötprozess in Abkehr von der bisherigen Schweißverbindung empfohlen.

10

### **Darstellung der Erfindung**

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Elektrodensystem gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bereitzustellen, das mechanisch belastbar und korrosionsbeständig ist, wobei diese Eigenschaften auch bei hoher Temperaturbelastung erhalten bleiben.

15

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Eine weitere Aufgabe ist es, eine Lampe mit hoher Lebensdauer bereitzustellen sowie außerdem ein Verfahren zur Herstellung einer hochbelastbaren Verbindung zwischen Teilen eines Elektrodensystems anzugeben. Diese Aufgaben werden durch die kennzeichnenden Merkmale der Ansprüche 10 und 11 gelöst.

- 5 Besonders vorteilhafte Ausgestaltungen finden sich in den abhängigen Ansprüchen.

Unter dem Begriff Elektrodensystem wird hier ein System verstanden, das zumindest aus einer Zuleitung und einer Folie besteht, die miteinander verbunden sind. Insbesondere wird darunter ein System verstanden, das aus einer Folie und zwei Zuleitungen, insbesondere Drähten oder Stiften, besteht, wobei die beiden Zuleitungen jeweils mit unterschiedlichen Enden der Folie verbunden sind. Die Folien sind in der Regel Molybdänfolien, die insbesondere mit Yttriumoxid dotiert sein können, wie an sich bekannt (beispielsweise DE 198 37 904), während die Stromzuführungen häufig Drähte oder Elektrodenstifte sein können. Diese bestehen in der Regel meist aus Molybdän und/oder Wolfram, zumindest als Hauptbestandteile. Bevorzugt ist ein Mindestanteil von 70 Gew.-%. Folie und/oder Zuleitungen können erfindungsgemäß beschichtet sein, wobei bei Folien die Schichtdicke nach oben begrenzt ist, maximal 100 nm, da ansonsten keine dichte Glass-Metall-Verbindung gewährleistet ist, während bei den Zuleitungen die Beschichtungsdicke bei 0,1 bis 5 µm liegen kann. Bevorzugt ist dort eine Schichtdicke von 2,5 bis 4 µm.

- 20 Bisher gibt es keine Lösung für die Erhöhung der Belastbarkeit gegen korrosive Angriffe, insbesondere durch aggressive Füllungen, wie sie im Lampenbau verwendet werden. Bisher musste daher eine Einschränkung der Lebensdauer akzeptiert werden.

Eine neue Technik der Verbindung schafft hier eine erhebliche Verbesserung. Dabei wird folgendes Verfahren angewendet:

Zur Vorbereitung einer Verbindung zwischen einem stiftförmigen Teil, also einem Draht, Stift oder auch Gewickel aus Draht mit geradem Drahtabgang, und einer Folie, üblicherweise aus Molybdän, wird vorteilhaft zunächst das stiftförmige Teil, im folgenden der Einfachheit immer Stift genannt, an seinem für die Verbindung gedachten Teil geprägt, insbesondere angeflacht oder auf andere Weise planiert. Andererseits wird die Folie oder der Stift vorteilhaft zumindest im Bereich eines für die

Verbindung gedachten Bereichs mit Ruthenium oder einem anderen Material beschichtet. Die bevorzugte Schichtdicke der Rutheniumschicht auf der Folie ist 5 bis 100 nm. Besonders bevorzugt ist eine Schichtdicke zwischen 20 und 75 nm. Der Durchmesser des Stiftes liegt bevorzugt im Bereich 0,1 bis 0,6 mm. Die Planierung erfolgt bevorzugt auf ein Drittel bis ein Sechstel des ursprünglichen Durchmessers. Dabei ist eine bevorzugte Dicke der entstehenden Anflachung etwa 50 bis 250  $\mu\text{m}$ . Alternativ oder zusätzlich erstreckt sich die Beschichtung auf die Zuleitung. Dort ist die Beschichtungsdicke zwischen 0,1 bis 5  $\mu\text{m}$  gewählt. Bevorzugt ist dort eine Schichtdicke von 2,5 bis 4  $\mu\text{m}$ .

- 10 Die Folie kann dabei einseitig (auch nur teilweise) oder zweiseitig beschichtet sein. Wichtig ist die Beschichtung an der dem Stift zugewandten Seite.

Die Folie und der Stift werden nun so miteinander in Kontakt gebracht, dass die beschichtete Fläche auf der Breitseite der Folie auf der planierten Fläche des Stiftes angeordnet ist.

- 15 Im einfachsten Fall, also dem Grundprinzip folgend, werden die beiden zu fügenden Teile durch Anwendung einer hochenergiereichen Strahlung berührungslos miteinander verschweißt, beispielsweise durch Elektronenstrahl oder Laserstrahl, beispielsweise Nd:YAG. Die Parameterführung ist dabei so zu wählen, dass der Wärmeeintrag hoch genug ist, dass nicht nur eine Schmelzschweißverbindung entsteht, also ein punktförmiges Aufschmelzen oder ganz allgemein ein Aufschmelzen in einem zentralen Bereich der beiden gefügten Teile vonstatten gehen. Die Wärmeeinbringung muss auch noch ausreichen, dass ein angrenzender Bereich, im folgenden oft Halo genannt, soviel Wärme erhält, dass er zwar noch aufschmilzt, aber nur eine Lötverbindung erzeugt. Besonders gut lässt sich dies steuern durch Verwendung der Beschichtung, wobei alleine noch die Beschichtung aufschmilzt und beim Abkühlen eine Lötverbindung erzeugt. Besonders gut eignet sich eine Ru-haltige Beschichtung. Es erfolgt typisch ein Aufschmelzen der Ru-beschichteten Fläche in einer meist ringförmigen Zone um den Schweißpunkt herum, in einem Bereich, in dem die Temperatur etwas niedriger ist. Das Aufschmelzen der Ru-Beschichtung führt dadurch im Halo zu einer zusätzlichen Verbindung mittels Hochtemperaturlötung zwischen den Fügepartnern. Im folgenden wird diese spezielle Art der Misch-Verbindungstechnik als lotumkränzte Schweißverbindung bezeichnet. Die Verfahrensparameter hängen von den konkreten Umständen ab. Wesentlich ist die Ver-

wendung gepulster Energiezufuhr. Typisch sind Pulse im Millisekundenbereich, deren Wärmeeintrag so hoch ist, dass eine Wärmeableitung in die angrenzende Zone außerhalb der Schweißverbindung noch sichergestellt ist. Je höher der Wärmeeintrag ab einer bestimmten Schwelle ist, desto breiter wird die resultierende ringförmige Zone. Typisch ist ein Durchmesser der punktförmigen Schweißverbindung von 0,5 mm und eine Breite der angrenzenden Zone von 0,2 mm. Bei Verwendung geeigneter Optik kann der Schweißbereich aber auch deutlich höher ausfallen, beispielsweise bei längsgestreckter Optik bis zum Dreifachen.

Überraschenderweise hat sich herausgestellt, dass mit dieser Technik der bis jetzt häufig beobachtete Nachteil einer üblichen Schweißverbindung, nämlich die starke Versprödung, überwunden werden kann, weil die berührungslos erstellte Schweißstelle durch den ringförmigen Halo, bei dem die Verbindung rein auf einer Hochtemperaturlötung basiert, unterstützt wird.

Dafür sind einzig berührungslose Fügeverfahren mit hoher Leistungsdichte, bevorzugt mindestens  $10^8$  W/cm<sup>2</sup> geeignet. Sie bewirken eine eng begrenzte Aufschmelzung und vorteilhaft eine geringe Veränderung der mit Ruthenium beschichteten Oberfläche. Dadurch wird die vorhandene hohe Korrosionsfestigkeit einer unversehrten, mit Ruthenium beschichteten Folie nur geringfügig beeinträchtigt.

Das bevorzugte Planieren des Stifts führt nicht nur zu einem guten Kontakt, der das berührungslose Schweißen erst ermöglicht, sondern auch noch zu einem verringerten Spannungsaufbau in der Verbindung zwischen dem Metall des Stifts und dem ihn umgebenden Quarzglas im Falle einer Quetschdichtung in einem hoch SiO<sub>2</sub>-haltigen Kolbenglas, insbesondere bestehend aus Vycor oder Quarzglas.

Die erfindungsgemäßen elektrischen Lampen besitzen ein Lampengefäß aus Quarzglas oder hoch SiO<sub>2</sub>-haltigem Hartglas, das mit Molybdänfoliendurchführungen versehen ist, die Bestandteil mindestens einer Quetschdichtung des Lampengefäßes sind. In der mindestens einen Quetschdichtung ist wenigstens eine Molybdänfolie gasdicht eingequetscht. Die Folie sollte bevorzugt Yttriumoxid als Dotierung in einem Anteil von 0,5 bis 1,5 % enthalten.

### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Im folgenden soll die Erfindung anhand mehrerer Ausführungsbeispiele näher erläutert werden. Es zeigen:

- Figur 1        ein Elektrodensystem;
- Figur 2        eine Entladungslampe in Seitenansicht;
- 5    Figur 3        eine Glühlampe, in Seitenansicht;
- Figur 4        eine weitere Entladungslampe in Seitenansicht;
- Figur 5 - 7     weitere Ausführungsbeispiele von Elektrodensystemen.

### Bevorzugte Ausführung der Erfindung

Figur 1 zeigt ein Elektrodensystem 1, mit einem stiftförmigen Teil 2, dessen Endstück 3 angeflacht ist, und das mit einer Molybdänfolie 4 verbunden ist. Die Molybdänfolie 4 ist auf einem Streifen, der in ihrer unteren Hälfte liegt, mit einer 100 nm dicken Rutheniumschicht 5 bedeckt. Das Teil 2 ist eine Zuleitung aus Molybdän mit einem Durchmesser von 370 µm, das am Ende 3 spatenförmig auf 100 µm abgeflacht ist, und im spatenförmigen Bereich ebenfalls mit einer Rutheniumschicht 8 bedeckt ist, die 2,5 µm dick ist. Die Verbindung dieser beiden Fügepartner ist durch eine punktförmige Schweißstelle 6 mit einem Durchmesser von etwa 400 µm Durchmesser sichergestellt. Diese ist von einem Ring 7 aus hochtemperaturgelötetem Material umgeben, wobei das Ruthenium hier als Lot mit einem niedrigeren Schmelzpunkt als die beiden Fügepartner wirkt. Der Außendurchmesser des Rings beträgt etwa 550 µm.

Beim in der Figur 2 abgebildeten Ausführungsbeispiel einer Anwendung für eine Lampe handelt es sich um eine einseitig gesockelte Hochdruckentladungslampe. Diese Lampe besitzt ein einseitig gequetschtes Entladungsgefäß 9 aus Quarzglas, in dem eine ionisierbare Füllung, die korrosiv wirkende Metallhalogenide umfasst, gasdicht eingeschlossen ist. Innerhalb des Entladungsgefäßes 9 sind zwei Elektroden 22 mit Schaft 27 angeordnet, die jeweils mittels des Schaftes 27 über eine in der Quetschdichtung 23 des Entladungsgefäßes 9 eingebettete Molybdänfolie 24 mit je einer aus dem Entladungsgefäß 9 herausragenden Stromzuführung 26 elektrisch leitend verbunden sind.

Das Entladungsgefäß 9 ist von einem einseitig gequetschten, gasdicht verschlossenen Hüllkolben 28 umgeben. Der Hüllkolben 28 besteht aus Quarzglas, das mit ca. 0,5 Gewichtsprozent Cer dotiert ist. Innerhalb des Hüllkolbens 28 befindet sich Stickstoffgas, das bei Raumtemperatur einen Kaltfülldruck zwischen 600 mbar bis 700 mbar aufweist. Die aus dem Entladungsgefäß herausragenden Stromzuführungen 26 sind jeweils über eine im Quetschfuß 29 des Hüllkolbens 28 eingebettete Molybdänfolie 30 mit je einer aus dem Hüllkolben 28 herausgeführten Stromzuführung 12 elektrisch leitend verbunden. Ein einseitig gequetschter und einseitig gesockelter Außenkolben 13 umschließt den Hüllkolben 28 gasdicht. Der Außenkolben 13 ist evakuiert und besteht ebenfalls aus einem mit ca. 0,5 Gewichtsprozent Cer dotierten Quarzglas. Die aus dem Hüllkolben 28 herausgeführten Stromzuführungen 12 sind jeweils über eine in der Quetschdichtung des Außenkolbens 13 eingebetteten Molybdänfolie 14 mit je einer aus dem Außenkolben 13 herausragenden Stromzuführung 16 elektrisch leitend verbunden. Die aus dem Außenkolben 13 herausgeführten Stromzuführungen 16 stehen mit den aus dem Sockel 18 herausragenden Kontaktstiften 19 im elektrischen Kontakt. Die in diesem Ausführungsbeispiel verwendeten Molybdänfolien sind alle beidseitig mit einer eutektischen Mo-Ru-Legierung beschichtet, deren Dicke 75 nm beträgt. Die Zusammensetzung ist: Molybdän 43 Gew.-%, Ruthenium 57 Gew.-% (bevorzugt mindestens 40 %, vorteilhaft mehr als 50 % Ruthenium). Die Stromzuführungen 26, 12 und 16 sowie jeweils der Elektrodenschaft 27 sind an ihren den Folien 14, 24 und 30 zugewandten Enden angeflacht und jeweils abwechselnd „übers Kreuz“ mit der Folie verbunden, indem eine lotumkränzte Schweißverbindung erzeugt wird. Beschichtung, Anflachung und Schweißverbindung sind jeweils nicht dargestellt, da dafür der Maßstab der Figur zu klein ist. Die Lebensdauer einer derartigen Lampe erhöht sich dadurch um mindestens 20 %.

Beim Ausführungsbeispiel der Figur 3 handelt es sich um eine Halogenglühlampe 35 (12V bei 100 W Leistung) mit einem Lampenkolben 36 aus Quarzglas, der mit Hilfe einer Quetschdichtung 37 gasdicht verschlossen ist. In der Quetschdichtung des Lampenkolbens sind zwei Molybdänfolien 38 eingebettet. Innerhalb des Lampenkolbens befindet sich ein doppelt gewendelter Leuchtkörper 39, dessen einfach gewendelte Enden als innere Stromzuführung 40 wirken. Die inneren Stromzuführungen sind jeweils mit einer der in der Quetschdichtung eingebetteten Molybdänfolie 38 verschweißt. Aus der Quetschdichtung 37 ragen zwei äußere Stromzuführungen

34 heraus, die mit jeweils einer der beiden Molybdänfolien verbunden sind. Die beiden in der Quetschdichtung eingebetteten Molybdänfolien sind einseitig auf der Seite, an der die Stromzuführung 40 befestigt ist, mit einer eutektischen Mo-Ru-Legierung 90 nm dick beschichtet. Die Enden der äußeren Stromzuführungen sind  
5 abgeflacht und durch die lotumkränzten Schweißverbindungen mit den Folien verbunden (nicht dargestellt).

Ein weiteres Anwendungsgebiet sind kleinwattige Entladungslampen für Kfz-Scheinwerfer. Bei der in Figur 4 gezeigten Lampe handelt es sich um eine Metallhalogenidlampe, mit oder ohne Quecksilber, mit einer elektrischen Leistungsaufnahme  
10 von 35 W. Sie besitzt ein Entladungsgefäß 31 aus Quarzglas mit einem Entladungsvolumen 32 und zwei diametral angeordneten Quetschungen 33, die jeweils eine äußere Stromzuführung 34 aufweisen. Diese sind mit zwei Elektroden 22 im Entladungsvolumen 32 verbunden. Die Füllung enthält außerdem Xenon unter Hochdruck. Das Entladungsgefäß ist von einem Außenkolben 13 umgeben. Ferner  
15 haltet ein Kunststoffsockel 10 die beiden Gefäße 31, 13. Er ist mit elektrischen Anschlüssen 20 ausgestattet. Die Verbindung zwischen den Schäften 21 der Elektroden und der Folie 15, sowie auch zwischen den Mo-Stiften 34 und der Folie 15 erfolgt mittels einer lotumkränzten Schweißverbindung. Dabei sind die spatenförmigen Endbereiche der Schäfte 21 und der Mo-Stifte 34 mit Ru beschichtet (39) mit einer  
20 Schichtdicke von 3 µm.

Bei hoher Belastung der Verbindung zwischen den beiden zu verbindenden Teilen Folie (4) und stiftförmige Zuleitung (2) kann statt eines mehr oder weniger kreisförmigen zentralen Schweißpunkts (6) wie in Figur 1 auch ein anders gestalteter Schweißbereich (10) verwendet werden, der beispielsweise deutlich längsgestreckt  
25 ist, siehe Figur 5. Der Formenschatz umfasst insbesondere ovale, elliptische und rechteckige Schweißbereiche mit abgerundeten Ecken. Diese Längsstreckung lässt sich beispielsweise mit Vorschalten von Zylinderlinsen in den für die Schweißung eingesetzten Laserstrahl realisieren. Dementsprechend erstreckt sich auch ein Halo (11) um den Schweißbereich, der ähnlich längsgestreckt ist. Bei diesem Beispiel ist  
30 auf eine Beschichtung verzichtet worden. Die Stromzuführung 2 ist ein Draht aus Wolfram, der nicht am Ende abgeflacht ist.

Insbesondere kann selbstverständlich mehr als ein Schweißpunkt zwischen den zu verbindenden Teilen eingesetzt werden, siehe Figur 6 und 7. Dort sind als Beispiel zwei Schweißpunkte mit Halo (17) übereinander gesetzt. Die beiden Schweißpunkte (41) können aber auch so eng aneinander gesetzt sein, dass sie von einem einzigen  
5 Halo (42) umgeben sind. Dies lässt sich mit einer Bifokaloptik realisieren. Mehrere Schweißpunkte verbessern die Wärmeableitung.

Bevorzugt liegt das zweite Teil auf der dem Laserstrahl zugewandten Seite des ersten Teils. Der Laser schmilzt dabei das zweite Teil auf. Dadurch wird die Verbindung besonders innig

10 Bei geeigneter Dimensionierung der beiden zu verschweißenden Teile kann auf eine Beschichtung verzichtet werden.

Je nach Material des zweiten Teils ist eine Anflachung sinnvoll und wünschenswert, insbesondere bei großem Durchmesser und duktilem Material wie Molybdän. Es kann bei geeigneter Abmessung, insbesondere relativ kleinem Durchmesser des  
15 zweiten Teils, bei wenig duktilem Material, wie Wolfram, aber auf eine Anflachung verzichtet werden.



## Ansprüche

1. Elektrodensystem, insbesondere für den Lampenbau, bestehend zumindest aus einer Folie (4) als einem ersten Teil des Elektrodensystems mit einem metallischen Grundkörper aus Molybdän, rein oder dotiert, und einer stiftförmigen Zuleitung (2) aus Metall als zweitem Teil des Elektrodensystems, bestehend überwiegend oder  
5 allein aus Molybdän oder Wolfram, wobei die beiden Teile (2, 4) miteinander verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der stiftförmigen Zuleitung (2) an ihrem der Folie (4) zugewandten Ende und der Folie (4) eine Verbindung durch eine kombinierte Schweißung und Lötung realisiert ist, indem mindestens ein zentraler Schweißbereich (6) von einem Halo (7) aus einer Hochtemperatlötung umgeben ist.  
10
2. Elektrodensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung aus reinem Ruthenium oder einer Ruthenium-Verbindung bzw. -Legierung, insbesondere einer eutektischen Molybdän-Ruthenium-Legierung, besteht, wobei die Schichtdicke zwischen 0,02 und 5 µm beträgt.
- 15 3. Elektrodensystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung auf der Folie aufgebracht ist, wobei die Schichtdicke zwischen 0,02 und 0,1 µm beträgt.
4. Elektrodensystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung auf der Zuleitung aufgebracht ist, wobei die Schichtdicke zwischen 0,1 und 5  
20 µm beträgt.
5. Elektrodensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die stiftförmige Zuleitung (2) an ihrem der Folie (4) zugewandten Ende eine Anflachung (3) besitzt, in deren Bereich die Verbindung mit der Folie (4) realisiert ist.
6. Elektrodensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Schweißbereich punktförmig, kreisförmig oder längsgestreckt ist.  
25
7. Elektrodensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Schweißbereiche zur Realisierung der Verbindung benutzt sind.

8. Elektrodensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass auf mindestens einem der beiden Teile eine Beschichtung (5, 8), insbesondere eine Ruthenium enthaltende Beschichtung zumindest teilweise aufgebracht ist.
- 5 9. Elektrodensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Anflachung (3) eine Dicke von 50 bis 200  $\mu\text{m}$  besitzt.
10. Elektrodensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die stiftförmige Zuleitung (2) einen Durchmesser von 0,1 bis 0,6 mm besitzt.
11. Elektrodensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass an der Folie (4) eine weitere Zuleitung auf ähnliche Weise befestigt ist.
- 10 12. Elektrodensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Folie (4) mit Yttriumoxid, insbesondere mit einem Anteil von 0,5 bis 1,5 %, dotiert ist
13. Elektrodensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die punktförmige Schweißverbindung (6) einen Durchmesser von höchstens 150 % des Durchmessers des stiftförmigen Teils besitzt.
- 15 14. Elektrodensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser des Halos (7) höchstens 130 % des Durchmessers der punktförmigen Schweißverbindung (6) beträgt.
15. Lampe mit einem Elektrodensystem nach Anspruch 1 bis 14.
- 20 16. Lampe, umfassend ein Lampengefäß (36) aus hoch  $\text{SiO}_2$ -haltigem Hartglas oder Quarzglas, das zumindest an einem Ende mit einer Quetschdichtung (37) sowie mit inneren und äußeren Stromzuführungen (40, 34) versehen ist und ein Leuchtmittel (39) sowie evtl. eine Füllung beinhaltet, wobei die Lampe mit mindestens einem Elektrodensystem gemäß Anspruch 1 versehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Zuleitung durch die äußere Stromzuführung (34), innere Stromzuführung (40) oder evtl. einem Elektrodenschaft realisiert ist.
- 25 17. Verfahren zur Herstellung einer Verbindung zwischen Teilen eines mindestens eine Folie (4) als erstem Teil und eine stiftförmige Zuleitung (2) als zweitem Teil enthaltenden Elektrodensystems, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- 11 -

- Bereitstellen der beiden Teile als Fügepartner;
- Mechanisches Kontaktieren zwischen beiden Fügepartnern;
- Berührungsloses Verschweißen der beiden Fügepartner mittels hochenergiereicher Strahlung, so dass der Wärmeeintrag dafür ausreicht, dass eine zentrale punktförmige Schweißverbindung entsteht, die von einem Halo aus einer Hochtemperaturlötung umgeben ist.

5

18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Teil auf der der Strahlung zugewandten Seite des ersten Teils angeordnet wird.

10

19. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die stiftförmige Zuleitung vor dem Kontaktieren an ihrem zu verbindenden Ende angeflacht wird.

20. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eines der beiden Teile vor dem Kontaktieren mit einem die Lötung begünstigenden Material, insbesondere rutheniumhaltigen Material, beschichtet wird.

15

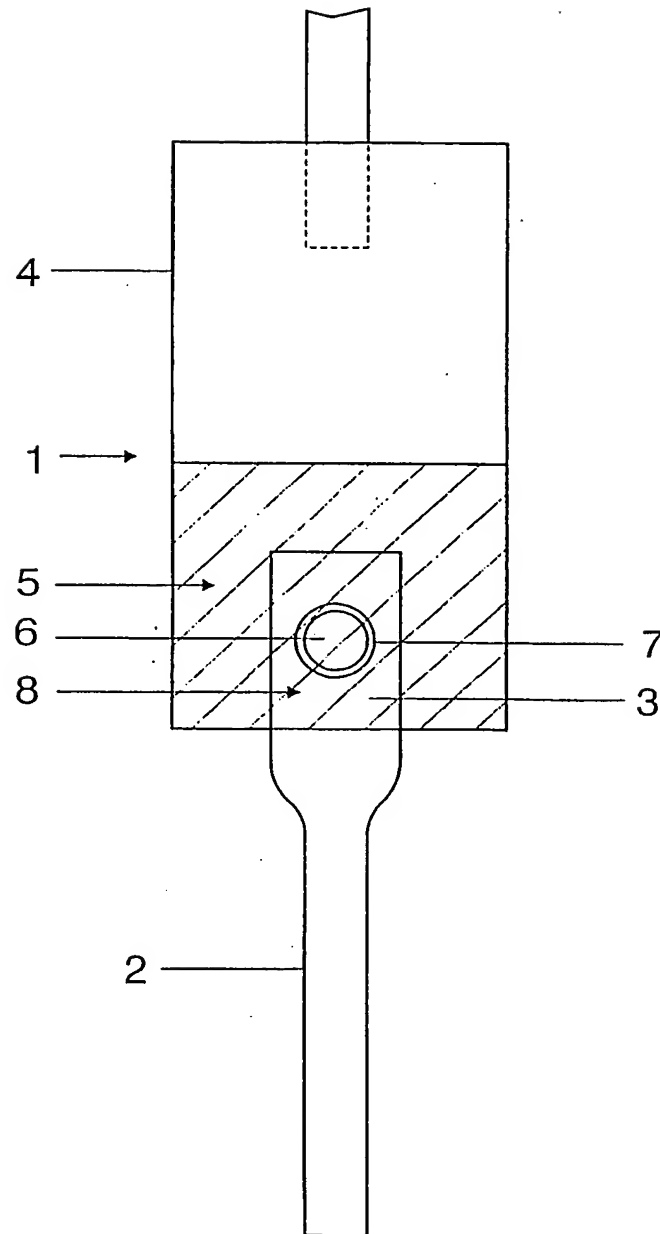


FIG 1

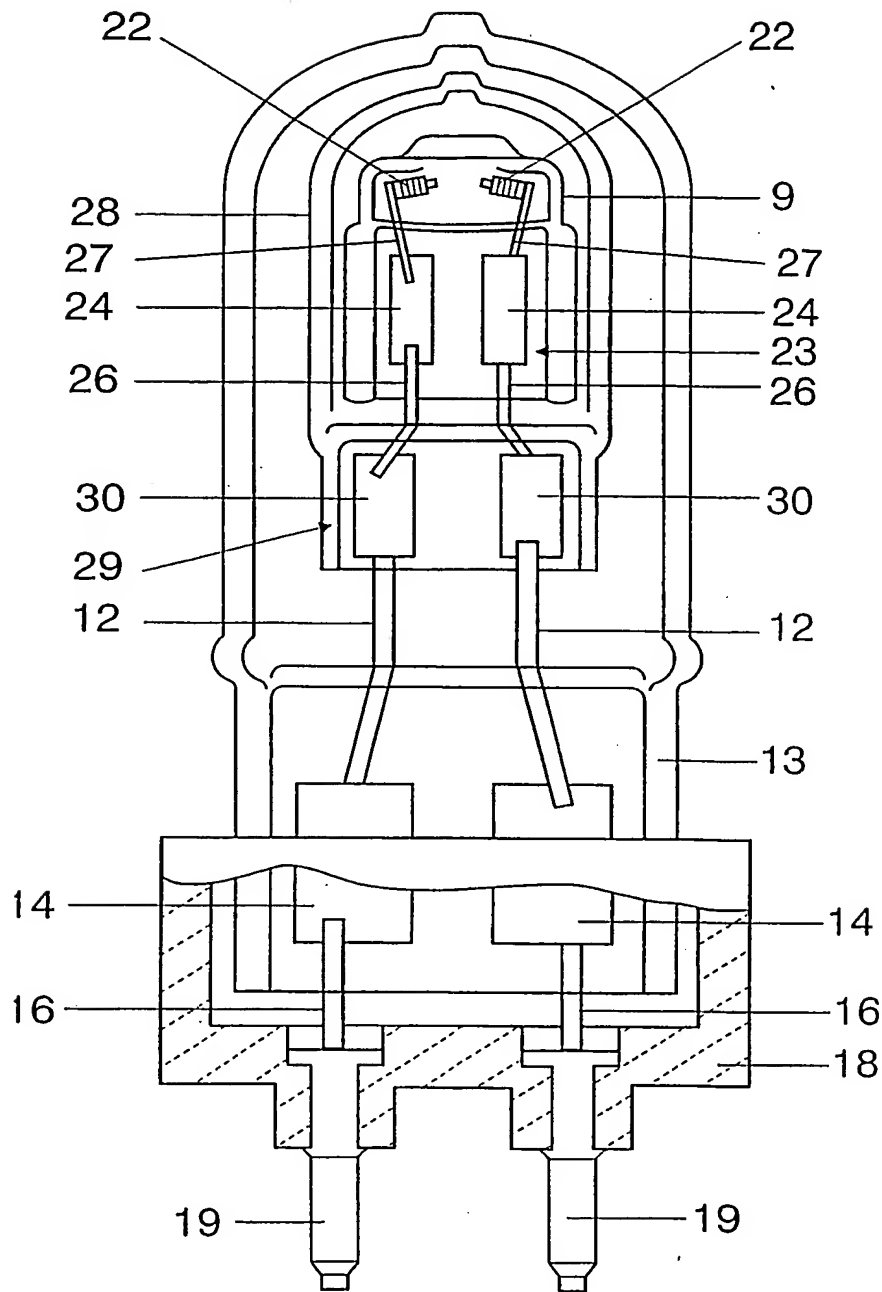


FIG 2

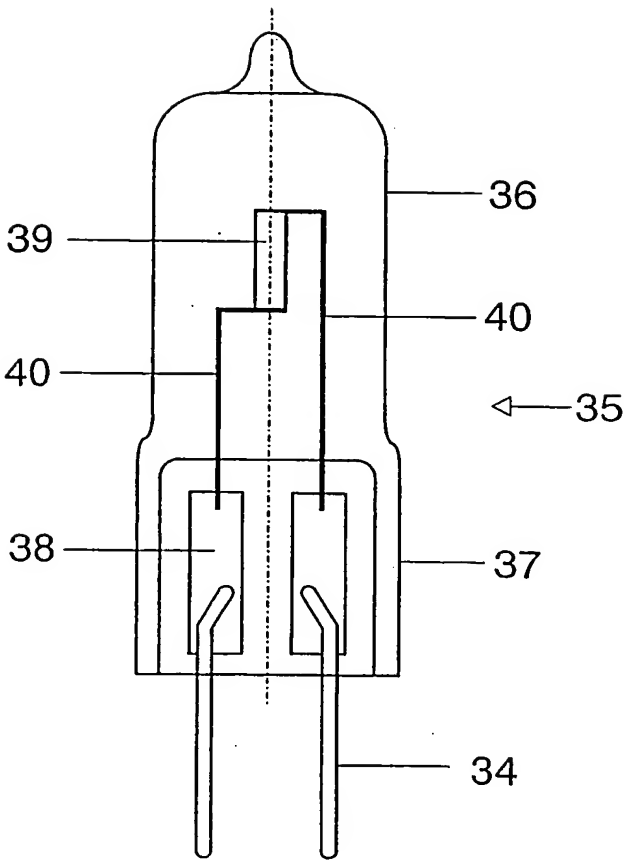


FIG 3

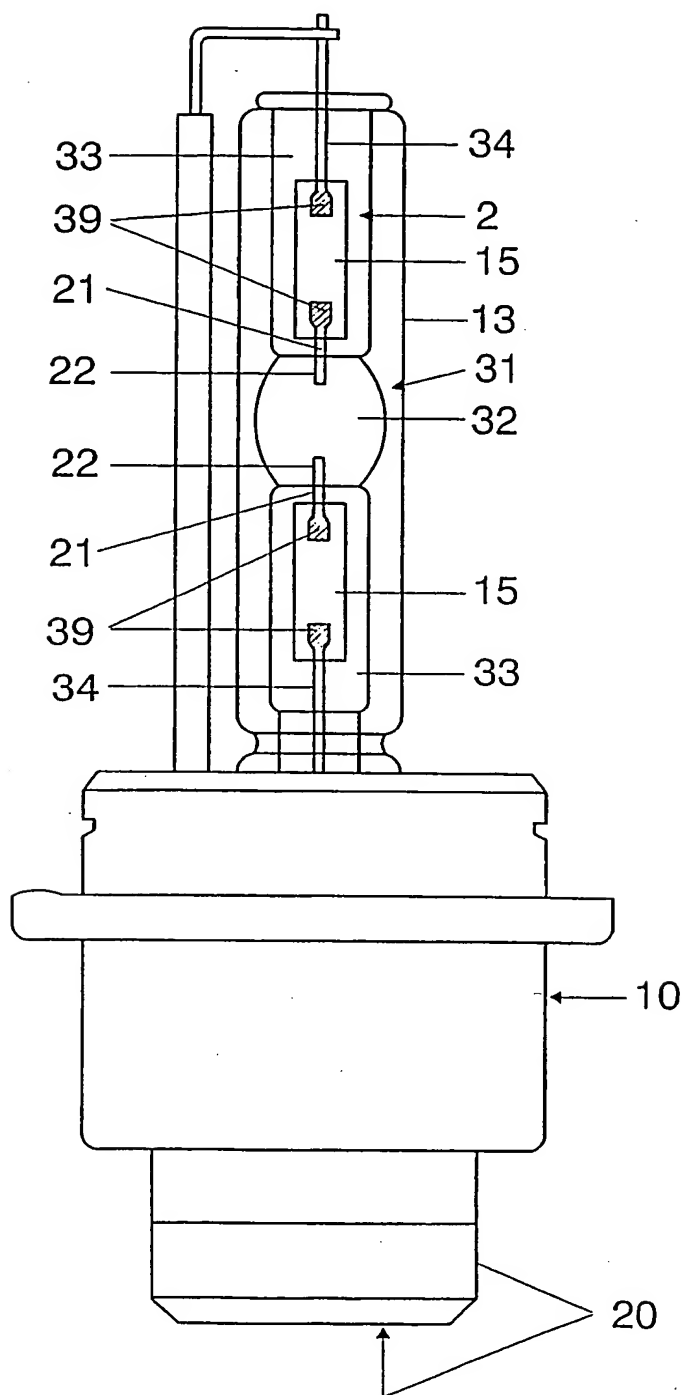


FIG 4

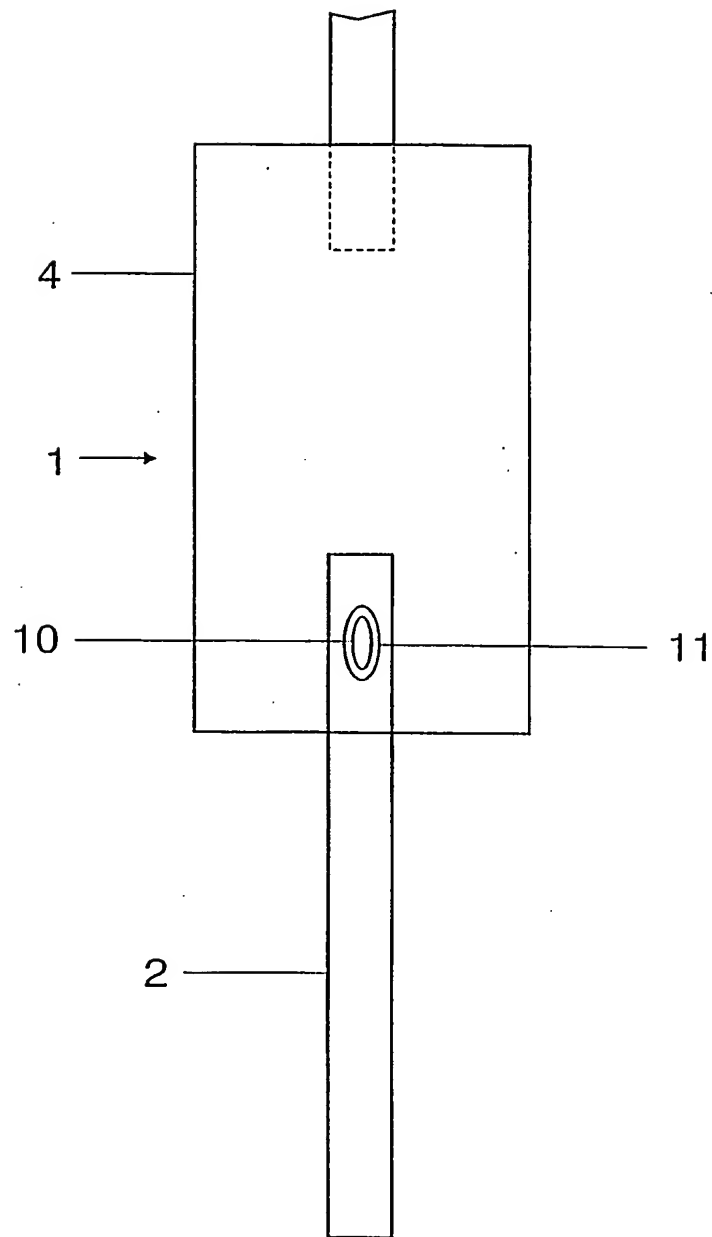


FIG 5



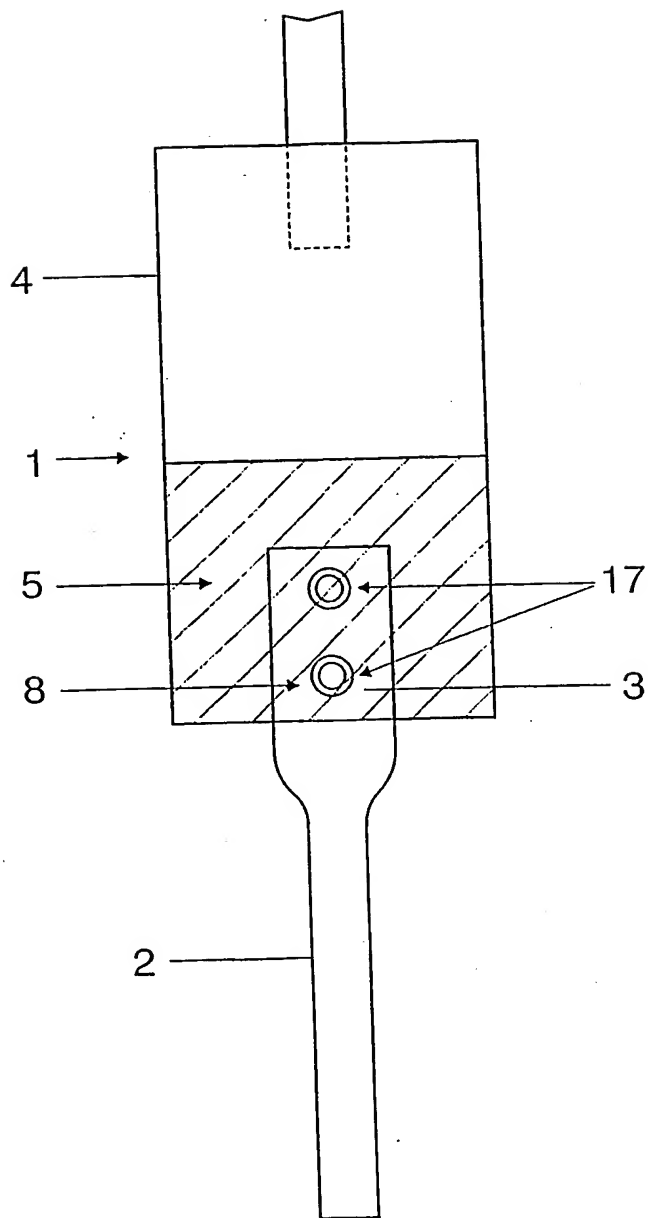


FIG 6

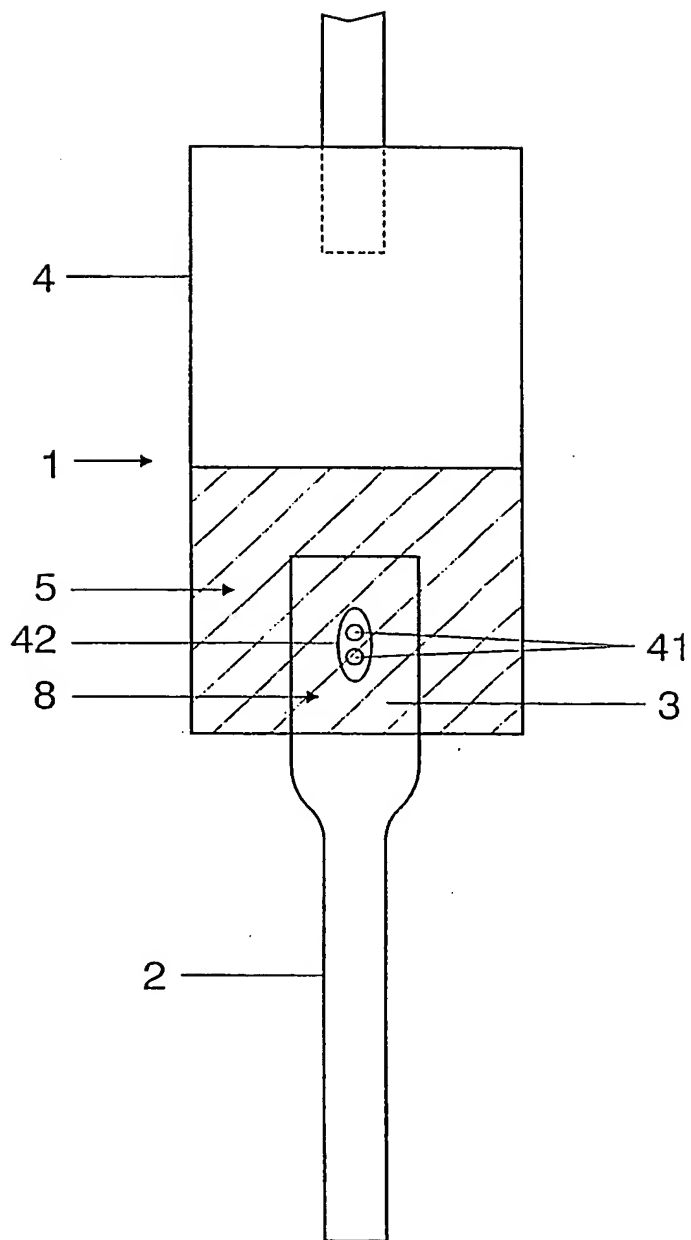


FIG 7